

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hipertensi

1. Pengertian hipertensi

Hipertensi, atau yang dikenal sebagai tekanan darah tinggi, merupakan kondisi ketika tekanan darah seseorang meningkat melebihi batas normal, yaitu dengan tekanan sistolik lebih dari 140 mmHg dan tekanan diastolik di atas 90 mmHg. Tekanan darah muncul akibat dorongan yang dihasilkan oleh jantung saat memompa darah ke seluruh tubuh. Hipertensi terjadi ketika tekanan pada arteri sistemik, baik sistolik maupun diastolik, meningkat secara berkelanjutan. Kondisi ini sering sulit terdeteksi karena tidak menimbulkan tanda yang spesifik. Namun, beberapa keluhan yang dapat muncul antara lain pusing, gelisah, wajah memerah, telinga berdenging, sesak napas, cepat lelah, serta penglihatan berkunang-kunang (Ekasari dkk., 2021).

Hipertensi sering disebut sebagai *silent killer* (pembunuh senyap) karena sebagian besar penderita tidak menyadari bahwa tekanan darah mereka tinggi, gejalanya sangat minim atau bahkan tidak ada sama sekali. Hipertensi tidak menyebabkan kematian secara langsung, melainkan melalui munculnya berbagai penyakit serius yang menjadi komplikasinya. Dengan demikian, kematian pada penderita hipertensi umumnya disebabkan oleh penyakit lanjutan yang muncul sebagai dampak dari tekanan darah tinggi. Kondisi ini umumnya baru terdeteksi setelah menimbulkan kerusakan pada organ, seperti gangguan fungsi jantung, penyakit jantung koroner, kerusakan ginjal, penurunan fungsi kognitif, atau stroke.

Secara keseluruhan, hipertensi dapat menurunkan angka harapan hidup bagi mereka yang mengalaminya (Rahmadani dkk., 2025).

2. Jenis-jenis hipertensi

Hipertensi secara umum terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu hipertensi primer (esensial) dan hipertensi sekunder.

a. Hipertensi primer (*esensial*)

Hipertensi primer, yang juga dikenal sebagai hipertensi esensial, merupakan bentuk hipertensi yang paling sering dijumpai. Kondisi ini terutama ditandai oleh meningkatnya resistensi pembuluh darah perifer. Faktor penyebabnya umumnya berkaitan dengan pengaruh genetik maupun lingkungan (Rahmadani dkk., 2025).

b. Hipertensi sekunder

Jenis hipertensi ini berhubungan dengan adanya gangguan pada organ tubuh tertentu yang dapat diidentifikasi penyebabnya. Faktor paling sering yang memicu hipertensi sekunder adalah kerusakan atau gangguan fungsi ginjal, kelainan hormonal atau penggunaan obat-obatan tertentu (Rahmadani dkk., 2025).

3. Klasifikasi hipertensi

Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2021, klasifikasi hipertensi dibagi menjadi beberapa kategori yaitu:

Tabel 1
Klasifikasi Tekanan Darah

Klasifikasi	TD sistolik (mmHg)		TD diastolik (mmHg)
Optimal	<120	dan	<80
Normal	120-129	dan/atau	80-84
Normal Tinggi	130-139	dan/atau	85-89
Hipertensi Derajat 1	140-159	dan/atau	90-99
Hipertensi Derajat 2	160-179	dan/atau	100-109
Hipertensi Derajat 3	≥180	dan/atau	≥110
Hipertensi Sistolik Terisolasi	≥140	dan	<90

Sumber: (Kemenkes RI, 2021)

4. Patofisiologi hipertensi

Patofisiologi hipertensi berkaitan dengan pembentukan angiotensin II dari angiotensin I melalui enzim pengubah angiotensin (ACE). Enzim ini berperan penting dalam pengaturan tekanan darah. Dalam darah terdapat angiotensinogen yang dihasilkan oleh hati, kemudian diubah menjadi angiotensin I oleh hormon renin. ACE yang banyak ditemukan pada endotel paru kemudian mengonversi angiotensin I menjadi angiotensin II. Renin diproduksi dan disimpan di dalam sel jukstaglomerular (JG) pada ginjal, yang merupakan modifikasi sel otot polos pada dinding arteriol aferen dekat glomerulus. Penurunan tekanan perfusi ginjal, penurunan natrium klorida pada macula densa, atau stimulasi saraf simpatis β_1 akan merangsang pelepasan renin bukan melalui pemecahan prorenin secara langsung. Angiotensin II berfungsi sebagai vasokonstriktor yang sangat kuat dan memiliki berbagai efek terhadap sistem sirkulasi. Peningkatan kadar angiotensin II dalam darah menyebabkan kenaikan tekanan arteri melalui dua mekanisme utama yang pertama, vasokonstriksi cepat terutama pada arteriol dan kedua, penurunan ekskresi garam dan air oleh ginjal (Triebel and Castrop, 2024).

Aldosteron yang disekresikan oleh zona glomerulosa korteks adrenal juga berperan penting dalam peningkatan tekanan darah. Hormon ini meningkatkan reabsorpsi natrium dan air serta meningkatkan sekresi kalium di tubulus ginjal, terutama pada sel principal di tubulus kolektivus. Peningkatan reabsorpsi natrium dan air tersebut menambah volume intravaskular yang akhirnya meningkatkan tekanan arteri. Aktivasi RAAS yang berlebihan atau berlangsung kronis akan menyebabkan peningkatan tekanan darah secara persisten sehingga berkontribusi terhadap terjadinya hipertensi (Tsilosani *et al.*, 2022).

5. Faktor risiko hipertensi

Terdapat dua faktor risiko hipertensi yaitu, faktor risiko yang tidak dapat diubah (usia, jenis kelamin dan genetik) dan faktor risiko yang dapat dirubah (merokok, stres, IMT, kurang aktivitas fisik, konsumsi alkohol, dan konsumsi garam berlebih).

a. Tidak dapat diubah

1) Usia

Usia merupakan salah satu faktor risiko hipertensi yang paling sering ditemukan dan tidak dapat diubah, di mana individu yang berusia 30-79 tahun memiliki risiko lebih tinggi (WHO, 2025). Tekanan darah cenderung lebih tinggi seiring bertambahnya usia. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya usia, terutama usia lanjut, pembuluh darah akan secara alami menebal dan lebih kaku. Perubahan ini dapat meningkatkan risiko hipertensi (Ekasari dkk., 2021). Pada usia muda struktur pembuluh darah masih lebih lentur dan mekanisme tubuh dalam mempertahankan tekanan darah masih bekerja dengan baik, sehingga risiko hipertensi cenderung lebih rendah.

2) Jenis kelamin

Jenis kelamin juga merupakan faktor risiko hipertensi yang bersifat tidak dapat diubah. Secara umum, laki-laki lebih sering mengalami hipertensi dibandingkan perempuan. Namun, setelah memasuki masa menopause, angka kejadian hipertensi pada perempuan meningkat. Bahkan pada usia di atas 55 tahun, prevalensi hipertensi pada perempuan dapat melampaui laki-laki akibat perubahan hormonal (Ekasari dkk., 2021).

3) Faktor genetik

Salah satu faktor risiko hipertensi yang tidak dapat diubah adalah adanya riwayat keluarga dengan hipertensi. Seseorang memiliki peluang lebih tinggi untuk mengalami hipertensi apabila anggota keluarga dekat juga mengidap kondisi tersebut (Ekasari dkk., 2021).

b. Dapat diubah

1) Merokok

Merokok dapat merusak jantung dan pembuluh darah. Nikotin dapat meningkatkan tekanan darah, sedangkan karbon monoksida bisa mengurangi jumlah oksigen yang dibawa di dalam darah. Tak hanya perokok saja yang berisiko, perokok pasif atau orang yang menghirup asap rokok di sekitarnya juga berisiko mengalami gangguan jantung dan pembuluh darah (Ekasari dkk., 2021).

2) Stres

Stres yang berlebihan dapat meningkatkan risiko terjadinya hipertensi. Kondisi stres memicu berbagai perubahan perilaku, seperti pola makan yang tidak teratur, penurunan aktivitas fisik, serta kecenderungan mengatasi stres dengan merokok atau mengonsumsi alkohol lebih dari biasanya. Jika kondisi ini berlangsung lama,

tubuh akan mencoba beradaptasi dan dapat menimbulkan perubahan patologis atau gangguan organ. Salah satu dampaknya adalah munculnya hipertensi (Ekasari dkk., 2021).

3) Indeks massa tubuh (IMT)

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan rasio antara berat badan dan tinggi badan yang dihitung menggunakan satuan meter kuadrat (Hossain *et al.*, 2019). Rentang IMT normal adalah 18,5 – 24,9 kg/m², underweight <18.5 kg/m², overweight 25.0 – 29.9 kg/m² dan obesity >30.0 kg/m² (NHLBI, 2022). Tekanan darah terutama tekanan sistolik mempunyai hubungan yang kuat dengan IMT dan berat badan (Bann *et al.*, 2021).

4) Kurang aktivitas fisik

Olahraga teratur efektif menurunkan tekanan darah dan bermanfaat bagi penderita hipertensi ringan, karena rendahnya aktivitas fisik berkaitan dengan meningkatnya tingkat keparahan hipertensi (Qodir, 2022). Aktivitas fisik dapat berupa intensitas berat, seperti mengangkat beban atau olahraga minimal 75 menit per minggu, maupun intensitas sedang, seperti membersihkan rumah, berkebun, atau bersepeda setidaknya 150 menit per minggu. Kedua jenis aktivitas ini sama-sama berkontribusi dalam menurunkan risiko penyakit kardiovaskular dan angka kematian pada individu berisiko tinggi hipertensi (Gibbs *et al.*, 2021).

5) Konsumsi alkohol

Konsumsi alkohol yang rutin dan berlebih dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, termasuk di antaranya adalah hipertensi. Selain itu, kebiasaan buruk ini juga berkaitan dengan risiko kanker, obesitas, gagal jantung, stroke, dan kejadian kecelakaan (Ekasari dkk., 2021).

6) Konsumsi garam berlebih

Konsumsi garam berlebih membuat tubuh menahan cairan ekstra karena natrium menarik air ke ruang ekstraseluler, sehingga cairan itu sulit dikeluarkan. Akibatnya, volume darah meningkat dan tekanan darah naik. Pada sekitar 60% kasus hipertensi esensial (primer), tekanan darah bisa turun jika asupan garam dikurangi (Kazi, 2025).

7) Kepatuhan minum obat

Kepatuhan dalam mengonsumsi obat merupakan faktor penting untuk mencapai keberhasilan pengobatan pada penderita hipertensi. Istilah kepatuhan merujuk pada sejauh mana penderita hipertensi mengikuti anjuran tenaga kesehatan terkait dosis, jadwal, dan lamanya penggunaan obat. Pada penderita hipertensi, kepatuhan minum obat menjadi hal yang sangat penting karena pengobatan antihipertensi dilakukan dalam waktu lama dan ditujukan untuk mempertahankan tekanan darah agar tetap stabil. Jika pasien tidak mengikuti aturan penggunaan obat, tekanan darah akan tetap tinggi atau tidak stabil, yang pada akhirnya meningkatkan risiko munculnya berbagai komplikasi, seperti gangguan fungsi ginjal yang ditandai dengan kenaikan kadar kreatinin, stroke, penyakit jantung koroner, gagal jantung, dan kerusakan pada pembuluh darah. Dengan demikian, kepatuhan obat yang baik berperan penting dalam mencegah perkembangan penyakit serta mengurangi kemungkinan terjadinya komplikasi akibat hipertensi (Sujatmiko, 2024).

6. Tanda dan gejala hipertensi

Tanda dan gejala hipertensi sering kali sulit untuk dikenali karena kebanyakan penderita tidak mengalami keluhan khusus meskipun tekanan darah mereka meningkat, sehingga kondisi ini dijuluki sebagai “*silent killer*”. Meski demikian,

pada tingkat tekanan darah yang sangat tinggi, beberapa gejala klinis mulai muncul, seperti sakit kepala hebat terutama di bagian belakang kepala yang menjadi keluhan paling sering saat terjadi krisis hipertensi. Pasien juga dapat merasakan pusing, gangguan penglihatan seperti pandangan kabur, mimisan, serta kesulitan bernapas. Selain itu, gejala lain seperti nyeri dada, irama jantung yang tidak teratur, rasa lelah berlebihan, dan kebingungan juga dapat timbul, yang menandakan adanya risiko komplikasi yang lebih berat (Ekasari dkk., 2021).

B. Ginjal

1. Definisi ginjal

Ginjal adalah salah satu organ penting dalam sistem ekskresi manusia yang bertugas menyaring darah, menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit, serta menghasilkan hormon seperti eritropoietin dan renin. Ginjal berada di bagian belakang rongga abdomen pada kedua sisi tubuh. Organ ini terletak secara retroperitoneal, mulai dari area tengah belakang tulang iga hingga ke bagian bawahnya. Secara anatomis, ginjal terletak pada bagian atas ruang retroperitoneal di kedua sisi vertebra lumbalis III dan melekat langsung pada dinding belakang abdomen. Ginjal digambarkan sebagai dua organ berbentuk kacang yang berada di area retroperitoneum, dengan berat rata-rata 160-162 g pada pria dan 135-136 g pada wanita. Setiap ginjal tersusun atas bagian korteks di luar dan medula di bagian dalam, dan berfungsi melalui unit penyaring yang terdiri dari glomerulus dan tubulus (Garza and Leslie, 2025).

Ginjal adalah organ yang memiliki peran sangat penting dan bekerja secara kompleks untuk mempertahankan kondisi tubuh tetap normal. Keberlangsungan hidup manusia sangat dipengaruhi oleh berbagai fungsi vital yang dijalankan oleh

ginjal. Dengan menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh, ginjal membantu memastikan seluruh sistem organ beroperasi secara optimal. Selain itu, ginjal juga berfungsi sebagai organ ekskresi yang bertugas mengeluarkan produk sisa metabolisme melalui pembentukan urine. Selain itu, ginjal berperan penting dalam membuang berbagai zat beracun dari tubuh serta menjaga kestabilan cairan dan komponen lainnya agar tetap seimbang. Ginjal dapat digambarkan seperti sebuah pabrik yang bekerja untuk menyaring kelebihan cairan, limbah, dan racun hasil metabolisme dalam tubuh. Organ ini juga berperan dalam mengatur tekanan darah serta menjaga keseimbangan kimia dalam tubuh (Imenez Silva and Mohebbi, 2022).

2. Anatomi ginjal

Setiap manusia memiliki sepasang ginjal dengan berat rata-rata 160-162 g pada pria dan 135-136 g pada wanita. Posisi ginjal kanan sedikit lebih rendah daripada ginjal kiri karena terdorong oleh ukuran lobus kanan hati yang lebih besar. Masing-masing ginjal dilapisi oleh selaput tipis bernama kapsula fibrosa. Bagian terluar ginjal disebut korteks renalis yang berwarna coklat gelap, sedangkan bagian dalamnya adalah medula renalis yang berwarna lebih terang. Struktur berbentuk kerucut pada medula disebut pelvis renalis, yang terhubung dengan ureter untuk menyalurkan urin menuju kandung kemih (Alwiyah dkk., 2024).

Di dalam ginjal terdapat sekitar satu juta nefron yang bekerja sebagai unit fungsional utama. Glomerulus sendiri merupakan kumpulan kapiler yang dikelilingi oleh kapsula bowman. Aliran darah menuju glomerulus dibawa oleh arteriola aferen, sedangkan darah keluar melalui arteriola eferen. Arteriola eferen kemudian membentuk jaringan kapiler peritubulus yang menyediakan suplai darah

bagi tubulus ginjal. Di sekitar tubulus ini terdapat jaringan pembuluh kapiler yang mencakup arteriola penghubung dengan glomerulus serta kapiler peritubulus yang berperan dalam memperdarahi struktur ginjal (Alwiyah dkk., 2024).

3. Penyakit pada ginjal

Menurut Elendu *et al.* (2023) gagal ginjal terjadi ketika ginjal kehilangan kemampuan untuk menyaring sisa metabolisme tubuh dan tidak dapat menjalankan fungsi normalnya. Kondisi ini menyebabkan akumulasi zat toksik dalam cairan tubuh sehingga menimbulkan gangguan endokrin, metabolik, serta ketidakseimbangan cairan, elektrolit, dan asam-basa. Penyakit pada ginjal terbagi menjadi 2 golongan, yaitu:

a. Penyakit ginjal kronis (PGK)

Merupakan kerusakan ginjal yang berkembang perlahan dan bersifat permanen. Keadaan ini ditandai oleh penurunan fungsi ginjal selama lebih dari tiga bulan, baik akibat kelainan struktur ginjal maupun penurunan laju filtrasi glomerulus (eGFR). Pada tahap lanjut, kondisi ini dapat berujung pada kebutuhan terapi pengganti ginjal seperti dialisis atau transplantasi (KDIGO, 2020).

b. Penyakit ginjal akut (PGA)

Merupakan gangguan yang ditandai oleh penurunan fungsi ginjal secara mendadak, yang umumnya masih dapat pulih bila mendapat penanganan cepat. Diagnosisnya dapat ditegakkan melalui peningkatan kadar kreatinin serum atau berkurangnya produksi urin. Penyebabnya dapat berasal dari faktor prerenal, intrarenal, maupun postrenal (Turgut *et al.*, 2023).

C. Kreatinin

1. Definisi kreatinin

Kreatinin merupakan produk akhir dari proses metabolisme otot yang dilepaskan ke dalam darah dengan laju yang hampir tetap, kemudian dibuang melalui urine dengan kecepatan serupa. Zat ini terbentuk dari pemecahan kreatin, yaitu senyawa yang berperan dalam menyediakan energi bagi otot. Setelah diproduksi, kreatinin masuk ke aliran darah dan disaring oleh ginjal sebelum dikeluarkan melalui urin. Karena ginjal mempertahankan kadar kreatinin agar tetap dalam batas normal, nilai kreatinin dalam darah digunakan sebagai indikator untuk menilai seberapa baik fungsi ginjal bekerja (Suliska *et al.*, 2021).

Kreatinin dianggap sebagai indikator yang baik untuk menilai fungsi ginjal karena merupakan hasil metabolisme tubuh yang diproduksi secara stabil, disaring oleh ginjal, tidak mengalami reabsorpsi, dan hanya sedikit disekresikan oleh tubulus proksimal. Kadar kreatinin dalam serum cenderung lebih tinggi pada laki-laki dibandingkan perempuan, sebab laki-laki umumnya memiliki massa otot yang lebih besar (Ávila *et al.*, 2025).

2. Metabolisme kreatinin

Kreatinin sebagian besar berada di jaringan otot, mencapai sekitar 95%. Kreatin yang digunakan oleh otot diambil dari aliran darah karena sel otot tidak mampu memproduksi kreatin sendiri. Kreatin dalam darah berasal dari asupan makanan serta proses biosintesis yang melibatkan beberapa organ, terutama hati. Tahap awal pembentukan kreatin berlangsung di ginjal melalui reaksi antara asam amino arginin dan glisin. Dalam tubuh, kreatinin dapat ditemukan di otot, otak, dan darah, baik dalam bentuk terfosforilasi sebagai fosfokreatin maupun dalam bentuk bebas.

Sejumlah kecil kreatinin juga terdapat dalam urin normal. Kreatinin merupakan bentuk anhidrida dari kreatin, yang terutama dihasilkan di otot melalui proses pelepasan air dari kreatin fosfat secara irreversibel dan tanpa bantuan enzim. Kreatinin bebas berada dalam darah dan urin, dan pembentukannya merupakan tahap penting dalam proses pengeluaran kreatinin dari tubuh (Candow *et al.*, 2019).

3. Kadar kreatinin

Nilai rujukan kadar kreatinin adalah:

Tabel 2
Nilai Rujukan Kadar Kreatinin

Rendah	Normal	Tinggi
< 0.50 mg/dL	0.50 – 0.90 mg/dL	> 0.90 mg/dL

Sumber: (Kemenkes RI, 2024)

4. Faktor yang mempengaruhi kadar kreatinin

Tingkat kreatinin dalam tubuh dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi stres, perubahan hormon, serta aktivitas fisik. Beberapa hal yang dapat menyebabkan peningkatan kadar kreatinin dalam darah antara lain dehidrasi, kelelahan berat, penggunaan obat-obatan yang dapat merusak ginjal, gangguan fungsi ginjal, infeksi, serta tekanan darah tinggi yang tidak terkontrol (Petejova *et al.*, 2025).

5. Metode pemeriksaan kreatinin

Pemeriksaan kadar kreatinin dalam darah merupakan salah satu parameter penting untuk menilai fungsi ginjal. Pemeriksaan ini juga membantu dalam menentukan langkah terapi yang tepat bagi pasien dengan gangguan fungsi ginjal. Kadar kreatinin serum dapat diperiksa dengan beberapa metode, di antaranya metode *jaffe reaction*, kinetik, dan enzimatik kolorimetri kinetik.

a. *Jaffe reaction*

Metode *jaffe reaction* adalah teknik kolorimetrik klasik yang pertama kali dikembangkan oleh Max Jaffe pada tahun 1886. Prinsipnya melibatkan reaksi kreatinin dengan asam pikrat (picric acid) dalam medium basa (alkali) untuk membentuk kompleks berwarna merah oranye (Janovsky Complex), yang diukur pada panjang gelombang sekitar 520 nm. Metode ini murah dan sederhana, tetapi rentan terhadap interferensi dari zat non-kreatinin seperti bilirubin, protein, glukosa, dan obat-obatan (misalnya sefalosporin), yang dapat menyebabkan hasil palsu tinggi atau rendah (Rinda, 2015).

b. Kinetik

Metode kinetik adalah varian dari *jaffe reaction* yang menggunakan pendekatan kinetik, di mana perubahan warna (absorbansi) diukur secara kontinu pada awal reaksi untuk membedakan laju reaksi kreatinin dari interferen non-kreatinin, yang bereaksi lebih lambat. Prinsipnya tetap berbasis reaksi *jaffe*, tetapi dengan monitoring rate blanking atau compensated mode untuk mengurangi interferensi seperti bilirubin. Metode ini lebih cepat dan presisi daripada endpoint *jaffe*, sering digunakan pada alat analyzer otomatis. Namun, masih ada risiko interferensi pada sampel hemolitik (Nigam, 2016).

c. Enzimatik kolorimetri kinetik

Metode enzimatik kolorimetri kinetik menggunakan enzim spesifik seperti kreatininase (creatininase), kreatinase (creatinase), dan sarcosine oksidase untuk menghidrolisis kreatinin secara bertahap, menghasilkan *hidrogen peroksida* (H_2O_2) yang bereaksi dengan peroksidase dan kromogen (misalnya, 4-aminofenazon dan fenol) membentuk kuinon imin berwarna merah, diukur kinetik pada 500-550 nm.

Pendekatan kinetik memantau laju reaksi awal untuk meningkatkan spesifisitas. Metode ini sangat akurat dan minim interferensi (dari bilirubin, hemolisis, atau obat) (He *et al.*, 2025).